

УДК 630.561.1+630.165.52:519.23

С. А. Шавнин, Г. В. Агафонова, И. А. Юсупов
(Уральский государственный лесотехнический университет)

АНАЛИЗ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ ОСЕВЫХ ПРИРОСТОВ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Приведен анализ состояния географических культур сосны обыкновенной. При оценке состояния использованы данные измерений осевых приростов по годам и комплекс статистических методов. Установлено, что перемещение представителей экотипов из западных районов России на Урал имеет преимущество перед соответствующим перемещением из восточных районов. Показано, что метод векторно-корреляционного анализа приростов может быть использован при оценке состояния географических культур и имеет преимущества перед другими использованными в работе подходами.

Одним из важнейших аспектов изучения генетической пластичности различных климатических экотипов растений является анализ особенностей их роста в конкретных условиях. Опыт создания лесных культур показывает, что правильный выбор посевного и посадочного материалов с учетом их географического происхождения позволяет повысить продуктивность насаждений в местных условиях на 20-30% (Вавилов, 1987).

Традиционно к числу основных вопросов, решаемых путем создания географических культур, относится установление направлений и расстояний, допустимых и возможных при переносе семян из различных районов. Изучение географических культур европейской части СССР (Фомин, 1940) показало, что переброска семян сосны с севера на юг и с востока на запад дает лучшие результаты, чем обратная. Вместе с тем исследования, проведенные в Серебряноборском опытном лесничестве, показали, что наибольшие высоты и приросты в 35-летнем возрасте имели культуры сосны из Прибалтийско-Полесского физико-географического района (Нарышкин и др., 1983). Для Воронежской области рекомендовано проводить сбор семян из региона на север - до 500 км, на юг - до 100, на запад - до 400 и на восток - до 700-800 км (Вересин, Шутяев, 1978). Другие авторы (Ковалев и др., 1993) считают, что наибольшие приросты в высоту дают деревья сосны обыкновенной, выросшие из семян западного происхождения (Литва, Гродненская и Смоленская области) по сравнению с семенами из восточных регионов (Башкирия и Удмуртия).

Несовпадение выводов о предпочтении семян из различных по направлению районов связано, по-видимому, с региональными особенностями почвенно-климатических и лесорастительных условий, обусловли-

вающими реализацию генетической программы развития отдельных экотипов вида в данных конкретных условиях. Кроме того, сложность анализа состояния географических культур заключается в совместном влиянии экотипической и генотипической изменчивости на ростовые характеристики деревьев. При этом наибольший интерес для лесной селекции представляет вклад генотипа в ростовые процессы. В настоящее время отсутствуют общепризнанные методы морфогенетического анализа потомства древесных растений. Однако в большинстве случаев используют характеристики роста в высоту и диаметры. Одним из перспективных подходов к оценке степени близости отдельных генетических форм является проведение на основании морфометрических данных векторно-корреляционного анализа (ВКА) возрастной динамики осевых приростов деревьев сосны (Шавнин и др., 1992).

Целью настоящей работы являлось морфометрическое изучение состояния географических культур сосны обыкновенной на территории Уральского научно-производственного комплексного лесохозяйственного предприятия и определение регионов, семенной материал которых даст наиболее быстрорастущее потомство. Кроме того, ставилась задача сравнительного анализа результатов, полученных с помощью различных методов статистической обработки данных.

В качестве объекта исследований использовали географические культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в возрасте 22 лет, которые были заложены в Н. Х. Хасановым в 1969 г. рядовым способом двухлетними саженцами. Расстояние между рядами 2,0 м; между саженцами - 1,0 м. Культуры созданные из семян, собранных в 56 районах территории бывшего СССР, представляют 26 лесосеменных провинций согласно лесосемному районированию СССР (Лесосеменное районирование..., 1982).

В ходе исследований проведены измерения осевых приростов по годам за период 1981-1994 гг. Измерения проводили у 10 деревьев каждого ряда, представляющего конкретный район. Погрешность измерений составляла $\pm 2,5$ см. Результаты усредняли для всего ряда. Полученные данные обрабатывали статистически. При анализе результатов использовали многофакторный дисперсионный анализ, множественный ранговый анализ и ранжирование суммы осевых приростов методом составления вариационного ряда (Никитин, Швиденко, 1978); метод ранговых корреляций Кендалла (Кендалл, 1973) и ВКА динамики осевых приростов (Шавнин и др., 1992).

Результаты ВКА средних значений осевых приростов за последние 14 лет развития и сопряженного с ним кластерного анализа позволяют выделить среди изученных экотипов пять основных совокупностей (кластеров), средние величины сумм приростов которых отличаются достоверно ($p = 95\%$). Номера соответствующих экотипов приведены в таблице в порядке возрастания обобщенных показателей (ОП) приростов (Шавнин и

др., 1992). Интервалы варьирования средних суммарных приростов соседних кластеров частично перекрываются.

Как показывает анализ приведенных данных, увеличение ОП, как правило, сопровождается возрастанием суммарных приростов. В соответствии с полученными результатами наихудшая динамика ростовых процессов наблюдается у представителей экотипов из Читинской области (Хилокский, Чернышевский, Красночикокий лесхозы - 56, 55, 54 экотипы соответственно), Красноярского края (Ермаковский лесхоз, № 52) и Курганской области (Шадринский лесхоз, № 43). Наивысшие величины приростов при наилучшей динамике ростовых процессов зафиксированы у экотипов из Смоленской (Велижский лесхоз, № 6), Ленинградской (Тихвинский лесхоз, № 7) и Брянской областей (Жуковский лесхоз, № 8).

Следует отметить, что максимальный суммарный прирост за 14 лет отмечен у экотипа из Мордовии (Вышский лесхоз, № 22). Однако по динамике приростов он отнесен к первой половине четвертого кластера и отстает от представителей двенадцати других районов.

Средние суммы осевых приростов были разделены на 5 классов методом составления вариационного ряда (см. таблицу). Ввиду отличия принципов деления на кластеры и классы, диапазоны варьирования приростов, а также количество экотипов, составляющих соответствующую ступень (кластер или класс), не совпадают. Последовательность расположения экотипов внутри класса и между классами построена по признаку возрастания средних сумм осевых приростов.

Сопоставление результатов, полученных методом ВКА и разбиением на классы, показывает, что установленные с помощью этих двух подходов последовательности экотипов отличаются. Это несовпадение связано с тем, что ОП характеризуют изменение осевого прироста с возрастом. При этом динамика ростового процесса коррелирует с величинами суммарных приростов, однако может не совпадать с ними. Последовательность экотипов, полученная по данным ВКА, отражает близость генетических программ развития изученных выборок в условиях меняющихся год от года климатических факторов. Она в большей мере характеризует генетическое сходство представителей конкретных лесосеменных районов по сравнению с суммарными приростами (высотами).

Одной из основных задач создания географических культур является выявление наиболее перспективных лесосеменных районов для использования семян из них в местных условиях. В связи с этим был проведен анализ влияния географического происхождения семян, определенного в соответствии с лесорастительным районированием (Курнаев, 1973), на средние суммарные осевые приросты за 14 лет с помощью множественного рангового анализа. Полученные результаты позволили выявить однородные группы и объединить уральскую провинцию с Восточно-Русской и Восточно-Казахстанской провинциями. При этом дисперсионный анализ

Распределение 56 экотипов сосны по данным векторно-корреляционного анализа (ВКА) динамики ежегодных осевых приростов за 14 лет на основании величин обобщенных параметров и по результатам ранжирования средних сумм приростов

Номер кластера и ранга	По данным ВКА		По данным ранжирования сумм приростов	
	Варьирование средних суммарных приростов за 14 лет	Номера экотипов	Варьирование средних суммарных приростов за 14 лет	Номера экотипов
1	382 - 404	55, 56, 52, 43, 54	382 - 412	56, 55, 54, 43, 52, 44, 53, 51, 9, 1
2	396 - 435	53, 44, 9, 51, 48, 45, 4, 41, 50, 1, 46, 42, 27, 49, 26, 30, 47, 34	418 - 433	4, 50, 48, 41, 45, 27, 42, 47, 26, 30, 46, 34, 32
3	433 - 464	19, 32, 23, 36, 20, 35, 40, 29, 33, 15, 39, 25, 31, 38, 17, 5	435 - 456	49, 19, 40, 36, 33, 35, 29, 39, 15, 23, 5, 37
4	456 - 493	14, 10, 37, 3, 22, 18, 24, 16, 28, 21, 11, 2, 13, 12	458 - 475	31, 20, 17, 25, 38, 14, 10, 18, 3, 28, 11, 24, 16, 21
5	489 - 491	6, 8, 7	478 - 491	13, 2, 12, 22, 7, 8, 6

влияния географического происхождения семян на примере девяти изученных лесорастительных провинций на суммы приростов за 14 лет показал, что действие изученного фактора достоверно ($F = 8,78$ при $\alpha < 0,001$).

Множественный дисперсионный анализ влияния географического происхождения на классы, кластеры и на суммарные приросты показал, что в гомогенную группу объединяются Уральская лесорастительная провинция и провинция Восточно-Русской равнины. Таким образом, изученные образцы генофонда популяций сосны в этих провинциях наиболее близки.

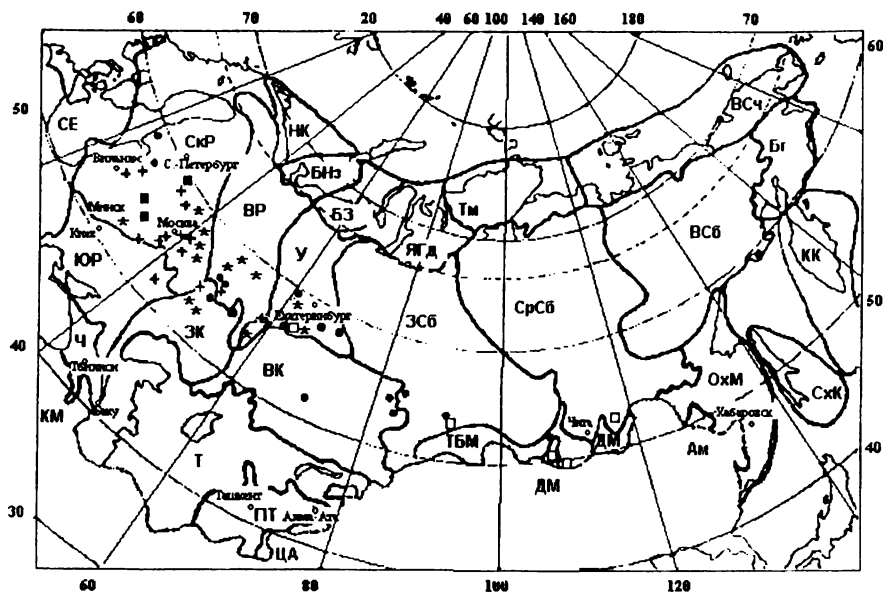


Схема расположения по лесорастительным провинциям климатических экотипов сосны, использованных при создании географических культур с учетом обобщенных параметров (ОП) динамики ежегодных осевых приростов: \square - ОП = 0,0-0,09; \bullet - ОП = 0,18-0,48; * - ОП = 0,55-0,67; + - ОП = 0,70-0,88; \blacksquare - ОП = 0,92-1,00. Обозначения лесорастительных провинций: СКР - Скандинавско-Русская, ЮР - Юг Русской равнины, ЗК - Западно-Казахстанская и Южно-Предуральская, ВР - Восток Русской равнины, У - Уральская, ЗСб - Западно-Сибирская, ВК - Восточно-Казахстанская, ДМ - Дауро-Монгольская, ТБМ - Тувино-Бурято-Монгольская

Наряду с изучением влияния лесорастительного районирования был проведен дисперсионный анализ зависимости средней суммы приростов от географического происхождения семян, определенного на основе лесосеменного районирования (Лесосеменное районирование..., 1982). Установлено, что данный фактор влияет достоверно ($F = 4,88$ при $\alpha < 0,001$). Наиболее тесное сходство изучаемого признака наблюдается у местных экотипов (экотипы № 53, южноуральский № 22 и северо-западный № 7). При этом отсутствует достоверное сходство с экотипами забайкальского происхождения (№ 62 – из Селенгинского и № 63 - из Шилкинского районов). Сравнительный анализ данных на основе лесосеменного и лесорастительного районирования показал частичное совпадение результатов. Одна из наиболее близких к Уралу по своим характеристикам лесосеменных провинций № 22 расположена на территории ВР (рисунок). Вместе с

тем расположенный в Северо-Западном районе экотип № 7 относится к провинции СкР. Таким образом, зонирование ареала сосны обыкновенной на лесосеменные районы, как и на лесорастительные провинции не позволяет однозначно предсказать морфогенетическую близость ее экотипов между собой.

Одним из наиболее важных результатов, полученных в ходе анализа данных с помощью сочетания обоих подходов (динамика приростов и сумма приростов), является установленная закономерность преимущества перемещения экотипов из западных районов на Урал. Потомство, выращенное из семян восточных провинций, в среднем развивается хуже. Следовательно, при создании лесных культур с высокой скоростью роста в условиях Среднего Урала возможно использование семенного материала из отдельных западных районов России.

Необходимо отметить, что экотипы сосны, расположенные на территории одного лесосеменного района, могут достоверно отличаться по ростовым характеристикам. В то же время представители разных лесосеменных районов могут иметь сходные показатели.

Следует отметить, что динамика осевых приростов сосны отражает генетические особенности деревьев (Шавнин и др., 1992). Поэтому при выявлении сходства между экотипами, а также при определении наиболее перспективных из них целесообразно учитывать в первую очередь последовательность, установленную на основе ВКА, а не результаты учета средних суммарных приростов или высот.

В связи с трудоемкостью определения годовичных приростов у деревьев в возрасте старше 10 лет было проведено определение минимального достаточного временного интервала развития, который обеспечивает совпадающие с более длительным периодом наблюдений выводы. Для этого был применен метод ранговых корреляций Кендалла. Степень согласованности последовательностей экотипов рассматривалась по приростам за 5, 10 и 14 лет (1981 - 1994 гг.). В качестве эталонной была взята последовательность, установленная для интервала 14 лет. Установлено, что более высокую согласованность дают приросты за 10 лет ($\tau = 0,45$) в сравнении с 5 последними годами ($\tau = 0,33$). При этом приросты за 1985-1989 гг. и 1981-1985 гг. имели более низкие степени согласованности ($\tau = 0,31$ и $\tau = 0,25$ соответственно). Таким образом, выборка прироста за 10 лет обеспечивает 95-процентный уровень достоверности.

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что ВКА может быть использован при оценке состояния географических культур и установлении сходства генофондов различных экотипов, а также позволяет повысить эффективность лесосеменного районирования. При этом показано, что семена западного происхождения в условиях Среднего Урала дают, как правило, более быстрорастущее потомство по сравнению с семенами из Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

- Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987. 511 с.
- Вересин М.М., Шутяев А.М. Испытание потомства географических популяций сосны обыкновенной в Воронежской области // Защитное лесоразведение и лесные культуры. 1978. № 5. С.27-33.
- Кендалл М. Ранговые корреляции. М.: Наука, 1973. 130 с.
- Ковалев Л.С., Ковалев М.С., Рябова Г.Б. Сезонный ритм роста сосны обыкновенной в географических культурах. Южно-Сахалинск: Южно-Сахалинское ГПИ, 1993. 25 с.
- Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 204 с.
- Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесная пром-сть, 1982. 368 с.
- Нарышкин М.А., Вакуров А.Д., Петерсон Ю.В. Географические культуры сосны обыкновенной под Москвой // Лесоведение. 1983. № 2. С. 50-57.
- Никитин К. Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесо-водственной информации. М.: Лесн. пром-ность, 1978. 272 с.
- Фомин Ф.И. Опыт районирования сосны обыкновенной на основе изучения ее климатических экотипов // Тр. ЦНИИЛХ. М. 1940. С. 101-110.
- Шавнин С.А. и др. Использование векторно-корреляционного анализа при изучении потенциальной продуктивности различных генетических форм сосны обыкновенной // Генетика. 1992. Т. 28. № 7. С. 172-179.